



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 233 464**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmelde­nummer: 87100331.5

⑤ Int. Cl.4: H04N 1/40, H01L 27/14,
//H03F3/08,H04N5/335

② Anmeldetag: 13.01.87

③ Priorität: 21.01.86 DE 3601658

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.87 Patentblatt 87/35

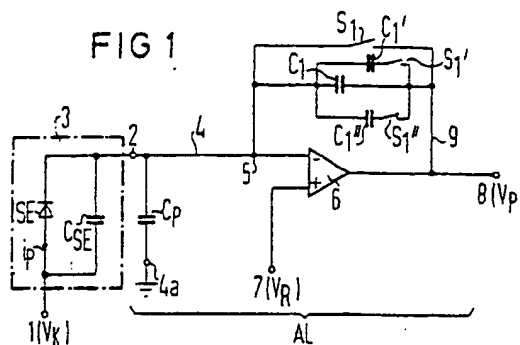
Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

⑦¹ Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

(72) Erfinder: Brunst, Gerhard, Dr. rer. nat.
Hörwarthstrasse 25
D-8000 München 40(DE)
Erfinder: Evans, Andrew B.E.
32 Beach Street
Stn. Curcurl 2096(AU)
Erfinder: Holzenkämpfer, Enno, Dr., rer.nat.
Blegenstrasse 20
D-3550 Marburg(DE)
Erfinder: Rohleder, Klaus, Dipl.-Ing.
Berger-Kreuz- Str. 56
D-8000 München 83(DE)

54 Schaltung zum Auslesen eines optoelektronischen Bildsensors.

57) Ausleseschaltung eines Bildsensors mit einer Mehrzahl von Sensorelementen (SE1...SEn), denen Auslesekanäle (AL1...ALn) individuell zugeordnet sind. Jeder Auslesekanal (AL) enthält einen mit einem Rückkopplungs­zweig (9) versehenen Differenzverstärker (6), insbesondere Operationsverstärker, dessen positiver Eingang (7) an einer Referenzspannung liegt, dessen negativer Eingang (5) mit dem zugeordneten Sensorelement (SE) verbunden ist und dessen Ausgang (8) den Kanalausgang bildet. Der Fotostrom des Sensorelements wird in einer Kapazität (C1), die in den Rückkopplungs­zweig (9) eingefügt ist, integriert, wobei am Kanalausgang (8) ein belichtungsabhängiges, von den Kapazitäten des Sensorelements und des Verstärkereingangs nicht beeinflusstes Spannungssignal erhalten wird.



Schaltung zum Auslesen eines optoelektronischen Bildsensors

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltung zum Auslesen eines optoelektronischen Bildsensors nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein Bildsensor dieser Art ist dem Toshiba Review Nr. 149, Herbst 1984, S. 33-36, insbesondere Fig. 5, entnehmbar. Dabei entlädt der innerhalb einer bestimmten Integrationszeit von einer Fotodiode erzeugte Fotostrom die Diodenkapazität einschließlich der Eingangskapazität des über eine Verbindungsleitung angeschlossenen Operationsverstärkers sowie der parasitären Kapazitäten der Verbindungsleitung, so daß eine belichtungsabhängige Restspannung entsteht, die dann am Ausgang des Operationsverstärkers ein niederohmig abgreifbares Spannungssignal ergibt. Der zweite Anschluß jeder Fotodiode wird hier über einen elektronischen Schalter periodisch auf eine Bezugsspannung rückgesetzt, wobei das nachfolgende Öffnen dieses Schalters den Beginn der Integrationszeit bestimmt. Das Ende derselben wird durch das Schließen eines weiteren elektronischen Schalters definiert, der den Kanalausgang auf den Ausgang der Ausleseschaltung durchschaltet. Nachteilig ist jedoch, daß die genannten parasitären Kapazitäten sowie die Kapazität der Fotodiode im allgemeinen von Auslesekanal zu Auslesekanal differieren und deswegen die Größe der erhaltenen Spannungssignale unterschiedlich beeinflussen. Außerdem verkleinern die parasitären Kapazitäten und die Eingangskapazität des Verstärkers das Signal-Rausch-Verhältnis der Spannungssignale ganz erheblich. Ein weiterer Nachteil besteht in der je nach der Beleuchtungsintensität unterschiedlichen Spannung an den einzelnen Fotodioden, da Spannungsdifferenzen zwischen benachbarten Fotodioden die an den entsprechenden Kanalausgängen zur Verfügung stehenden Spannungssignale beeinflussen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Bildsensor der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem diese Nachteile weitgehend vermieden werden. Das wird durch eine Ausbildung nach dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 erreicht.

Der mit der Erfindung erzielbare Vorteil liegt insbesondere darin, daß von den Sensorelementen des Bildsensors eine Mehrzahl von Spannungssignalen abgeleitet werden, die der Belichtung der einzelnen Sensorelemente proportional sind, ein großes Signal-Rausch-Verhältnis aufweisen und von den jeweils benachbarten Auslesekanälen praktisch nicht beeinflusst werden. Die Gleichmäßigkeit der bei gleichmäßiger Belichtung der einzelnen Sensorelemente in diesen erzeugten

Fotoströme wird bei einem erfindungsgemäß ausgebildeten Bildsensor durch die Herstellungstoleranzen der einzelnen Auslesekanäle nicht beeinträchtigt.

Die Ansprüche 2 bis 7 betreffen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine bevorzugte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Bildsensor-Auslesekanals,

Fig. 2 eine mit einer Mehrzahl von Auslesekanälen ausgestattete erfindungsgemäße Bildsensor-Ausleseschaltung und

Fig. 3 den prinzipiellen Aufbau eines mit einer Ausleseschaltung nach Fig. 2 versehenen linearen Bildsensors.

In Fig. 1 ist die Ersatzschaltung eines in einem optoelektronischen Bildsensor enthaltenen Sensorelements innerhalb des gestrichelten Rahmens 3 dargestellt. Dabei wird das mit den Anschlüssen 1 und 2 versehene Sensorelement durch eine mit SE bezeichnete Diode angedeutet, seine Kapazität durch einen zwischen diesen Anschlüssen eingefügten Kondensator C_{SE} . Der Anschluß 1 ist mit einer Konstantspannung V_K beschaltet. Der Anschluß 2 ist über eine Verbindungsleitung 4 an den negativen Eingang 5 eines Differenzverstärkers 6 geführt, dessen positiver Eingang 7 mit einer Referenzspannung V_R belegt ist. Der Ausgang 8 des Differenzverstärkers 6, der vorzugsweise als Operationsverstärker realisiert sein kann, ist mit dem negativen Eingang 5 über einen Rückkopplungszweig 9 verbunden, in den eine Integrationskapazität C_1 eingefügt ist. Der letzteren ist ein elektronischer Schalter S_1 parallel geschaltet, der vorzugsweise aus einem MIS-FET besteht. Die Eingangskapazität am negativen Eingang 5 und die parasitären Kapazitäten der Verbindungsleitung 4 gegenüber dem Massepotential sind zu einer Kapazität C_P zusammengefaßt. Dabei ist C_P zwischen die Leitung 4 und ein Schaltungspunkt 4a eingezeichnet, der auf Massepotential liegt. Die zwischen den Schaltungspunkten 2 und 8 liegenden Schaltungsteile bilden einen Auslesekanal AL, der dem Sensorelement SE zugeordnet ist.

Fig. 2 zeigt eine Bildsensor-Ausleseschaltung mit einer Mehrzahl von Sensorelementen $SE_1 \dots SE_n$, denen eine Mehrzahl von Auslesekanälen $AL_1 \dots AL_n$, die jeweils entsprechend AL in Fig. 1 aufgebaut sind, individuell zugeordnet sind. Dabei sind die Bezugszeichen der den einzelnen Sensorelementen zugeordneten, aus Fig. 1 ersichtlichen Schaltungsteile zum Unterschied von Fig. 1

durch eine entsprechende Zusatzzahl, z.B. "1", für die Zuordnung zu SE1, "2" für die Zuordnung zu SE2 usw., ergänzt. Die ersten Anschlüsse 11...1n der Sensorelemente SE1...SEn sind mit einem gemeinsamen Anschluß G verbunden, der mit der Konstantspannung V_K beschaltet ist. Die Kanalausgänge 81...8n sind mit zugeordneten Eingängen einer Teilschaltung 10 verbunden, die die Kanalausgänge jeweils einzeln nacheinander auf den Ausgang A der Ausleseschaltung durchschaltet. Die Teilschaltung 10 kann mit Vorteil aus einer Reihe von Feldeffekt-Schalttransistoren bestehen, die jeweils die Schaltungspunkte 81, 82 usw. mit dem Ausgang A verbinden und über die Ausgänge eines Schieberegisters nacheinander angesteuert werden.

Die Referenzspannung V_R am positiven Eingang 7 des rückgekoppelten Differenzverstärkers 6 bewirkt, daß der negative Eingang 5, die Verbindungsleitung 4 und der Anschluß 2 ständig auf einem konstanten Potential gehalten werden, das V_R entspricht. Beim Auslesen des beleuchteten Sensorelements SE wird zunächst C1 durch Schließen des elektronischen Schalters S1 entladen. Anschließend wird S1 geöffnet, was dazu führt, daß der Fotostrom i_p , der von dem Sensorelement SE erzeugt wird, in der Kapazität C1 integriert wird. Dabei baut sich am Kanalausgang 8 ein Spannungssignal V_p auf, das beim Durchschalten des Kanalausgangs über die Teilschaltung 10 an den Ausgang A der Ausleseschaltung gelangt. Die Zeitspanne zwischen dem Öffnen des Schalters S1 und der Durchschaltung des Kanalausgangs wird als Integrationszeit bezeichnet. Das Spannungssignal V_p am Kanalausgang 8 ist dabei von der Intensität der Beleuchtung des Sensorelements SE und von der Länge der Integrationszeit abhängig. Da die Verbindungsleitung 4 und der Anschluß 2 über den Differenzverstärker 5 während der gesamten Integrationszeit auf konstantem Potential gehalten werden, findet keine Umladung von C_{SE} und C_p durch den Fotostrom i_p statt, so daß V_p durch C_{SE} und C_p nicht beeinflusst wird.

Die Verbindungsleitungen 41...4n und die Anschlüsse 21...2n von SE1...SEn liegen wegen der Zuführung von V_R an die positiven Eingänge 71...7n sämtlicher Differenzverstärker jeweils auf demselben Potential, und zwar auch bei einer ungleichmäßigen Beleuchtung der einzelnen Sensorelemente. Dadurch werden die an den Signalausgängen 81...8n abgreifbaren Spannungssignale $V_{p1}...V_{pn}$ durch die jeweils benachbarten Auslesekanäle nicht beeinflusst.

Nach einer in Figur 1 dargestellten Weiterbildung der Erfindung werden jeder der Integrationskapazitäten, z.B. C1, kleinere Trimmkondensatoren C1' und C1'' parallel geschaltet. Diese sind über Schalter S1' bzw. S1'' wahlweise zu- oder ab-

schaltbar. Obwohl in Figur 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nur zwei Trimmkondensatoren gezeigt sind, können jeder Integrationskapazität auch mehrere Trimmkondensatoren parallel geschaltet werden. Hierdurch gelingt es, die wirksame Integrationskapazität, d.h. C1, gegebenenfalls ergänzt durch C1'..., so einzustellen, daß am Kanalausgang 8 ein Spannungssignal V_p der gewünschten Größe auftritt. Insbesondere können Ungleichmäßigkeiten der einzelnen Auslesekanäle AL1...ALn durch eine kompensierende Einstellung der Trimmkondensatoren ausgeglichen werden.

Der in Fig. 3 dargestellte hybride Bildsensor weist ein isolierendes Substrat 13 auf, auf dem eine Reihe von z.B. aus Chrom bestehenden Metallelektroden 14 nebeneinander angeordnet sind. Oberhalb der endseitigen, etwas verbreiterten Abschnitte derselben befindet sich eine dünne Fotoleiterschicht in Form eines Streifens 15 von etwa 1 μm Dicke. Der Streifen 15 besteht mit Vorteil aus a-Si:H. Sein mittlerer Bereich ist mit einer transparenten Elektrode 16 belegt, die z.B. aus Indium-Zinnoxid (ITO) besteht und über den endseitigen Anschluß G mit einer negativen Konstantspannung V_K beschaltet ist. Die rechtsseitigen Enden der Elektroden 14 sind über Verbindungsleitungen 41, 42 usw. mit den Differenzverstärkern der einzelnen Auslesekanäle AL1, AL2 usw. verbunden, die in einem auf dem Substrat 13 befestigten, dotierten Halbleiterkörper 17 monolithisch integriert sind. Jeder einzelne der verbreiterten Abschnitte der Elektroden 14 bildet zusammen mit den über ihm befindlichen Teilen des Streifens 15 und der Elektrode 16 eine Fotodiode, die einem Sensorelement 3 von Fig. 1 entspricht.

Die Länge eines nach Fig. 3 ausgebildeten Bildsensors kann z.B. der einen Abmessung eines abzutastenden Dokuments entsprechen, das dann in Richtung seiner anderen Abmessung an dem Bildsensor vorbeibewegt wird. Dabei sind nur sehr einfache nicht verkleinernde optische Hilfsmittel zwischen der abzutastenden Dokumentenfläche und dem Bildsensor anzuordnen. Der grundsätzliche Aufbau eines derartigen Bildsensors ist z.B. dem obengenannten Toshiba Review zu entnehmen.

Abweichend von den bisher beschriebenen Ausgestaltungen des Bildsensors nach der Erfindung kann der Streifen 15 auch aus einem anderen Fotoleitermaterial bestehen, so z.B. aus CdS-CdSe. Die Sensorelemente SE1...SEn können auch zusammen mit der Ausleseschaltung in einem einzigen dotierten Halbleiterkörper, z.B. aus Si, monolithisch integriert sein, wobei die einzelnen Sensorelemente dann durch Halbleitergebiete gebildet werden, die in den Halbleiterkörper eingefügt

und entgegengesetzt zu diesem dotiert sind. Die Länge eines solchen monolithisch integrierten, linearen Bildsensors ist dann allerdings wesentlich kleiner als die des in Fig. 3 dargestellten.

Im Rahmen der Erfindung liegen auch Ausführungsformen des Bildsensors, bei denen die Sensorelemente nicht linear angeordnet sind, sondern eine flächenhafte Verteilung aufweisen. Insbesondere können mehrere lineare Bildsensoren nach Fig. 3 auf einem gemeinsamen Substrat 13 zusammengefaßt sein.

Bezugszeichenliste 1, 2 Anschlüsse eines Sensorelements

- 3 gestrichelter Rahmen
- 4 Verbindungsleitung
- 4a Schaltungspunkt
- 5 negativer Eingang von 6
- 6 Differenzverstärker
- 7 positiver Eingang von 6
- 8 Ausgang von 6
- 9 Rückkopplungsweig
- 10 Teilschaltung
- 11...1n Anschlüsse der Sensorelemente
- 13 Substrat
- 14 Metallelektroden
- 15 Streifen
- 16 transparente Elektrode
- 17 Halbleiterkörper
- 21...2n Anschlüsse der Sensorelemente
- 41...4n Verbindungsleitungen
- 81...8n Kanalausgänge
- A Ausgang der Ausleseschaltung
- AL Auslesekanal
- AL1...ALn Auslesekanäle
- C1 Integrationskapazität
- C1', C1'' Trimmkondensatoren
- C_p parasitäre Kapazitäten der Verbindungsleitung 4 und Eingangskapazität an 5
- C_{SE} Kapazität von SE
- G gemeinsamer Anschluß
- i_p Fotostrom
- S1 elektronischer Schalter
- S1', S1'' Schalter
- SE Sensorelement
- SE1...SEn Sensorelement
- V_K Konstantspannung
- V_p Spannungssignal
- V_{p1}...V_{pN} Spannungssignale
- V_R Referenzspannung

Ansprüche

1. Schaltung zum Auslesen eines optoelektronischen Bildsensors, der eine Mehrzahl von über ihre ersten Anschlüsse (1) mit einer Konstantspannung belegte Sensorelemente (SE1...SEn) aufweist, bei der den Sensorelementen Auslesekanäle - (AL1...ALn) individuell zugeordnet sind, die an die zweiten Anschlüsse (21...2n) der Sensorelemente geschaltet sind und zur Ableitung von belichtungsabhängigen Spannungssignalen dienen, bei der in jedem Auslesekanal (AL) ein mit einem Rückkopplungsweig (9) versehener Differenzverstärker (6) angeordnet ist, dessen Ausgang den Kanalausgang (8) bildet, und bei der eine Teilschaltung (10) vorgesehen ist, die die an den Kanalausgängen (8) oder an einem Teil derselben auftretenden Spannungssignale sequentiell auf einen Ausgang (A) durchschaltet, dadurch gekennzeichnet, daß der positive Eingang (7) des Differenzverstärkers (6) mit einer Referenzspannung beschaltet ist, daß sein negativer Eingang (5) mit dem zweiten Anschluß (2) des dem Auslesekanal (AL) zugeordneten Sensorelements (SE) direkt verbunden ist, daß der Rückkopplungsweig (9) eine Kapazität (C1) enthält, in der von dem Sensorelement (SE) gelieferte Fotostrom integriert wird, und daß ein der Kapazität (C1) parallel geschalteter elektronischer Schalter (S1) geöffnet wird, um den Beginn einer vorgegebenen Integrationszeit zu definieren.

2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildsensor eine Mehrzahl von metallischen Elektroden (14) aufweist, die auf einem isolierenden Substrat (13) nebeneinander angeordnet sind, daß die endseitigen Abschnitte der Elektroden (14) von einem Streifen (15) aus fotoleitendem Material überdeckt sind, daß der Streifen (15) mit einer transparenten Elektrode (16) belegt ist und daß diese mit der Konstantspannung beschaltet ist.

3. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Streifen (15) aus a-Si:H besteht.

4. Schaltung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die transparente Elektrode - (16) aus Indium-Zinnoxid besteht.

5. Schaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die metallischen Elektroden (14) mit den negativen Eingängen der Differenzverstärker (6) beschaltet sind und daß die Differenzverstärker (6) in einem dotierten Halbleiterkörper (17) monolithisch integriert sind.

6. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilschaltung (10) in dem dotierten Halbleiterkörper (17) mitintegriert ist.

7. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der im Rückkopplungsweig (9) enthaltenen Kapazität - (C1) Trimmkondensatoren (C1', C1'') wahlweise parallel schaltbar sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

FIG 1

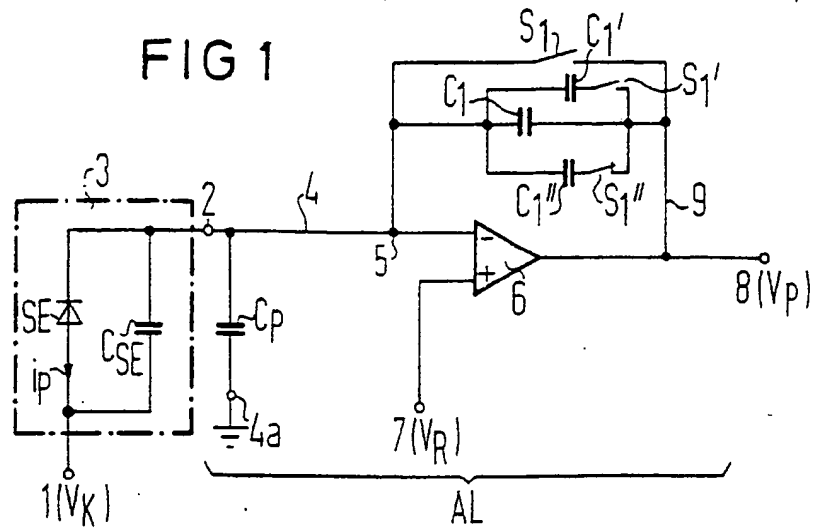


FIG 2

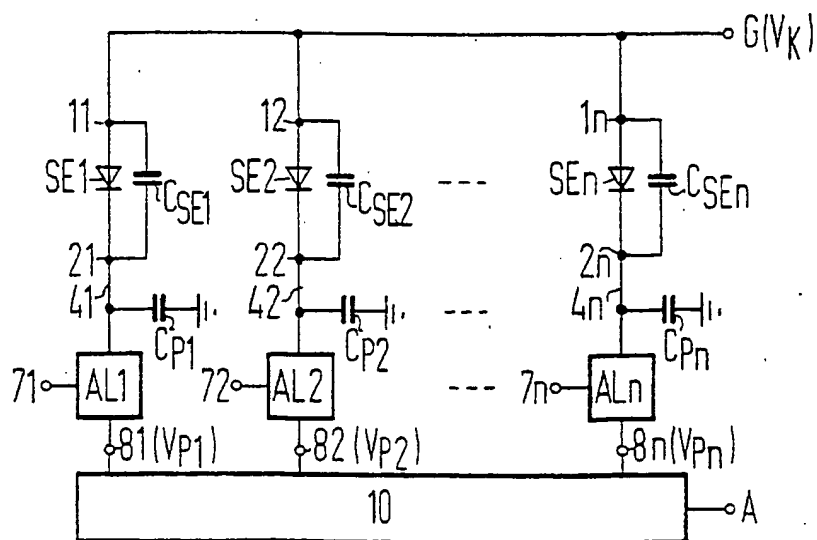
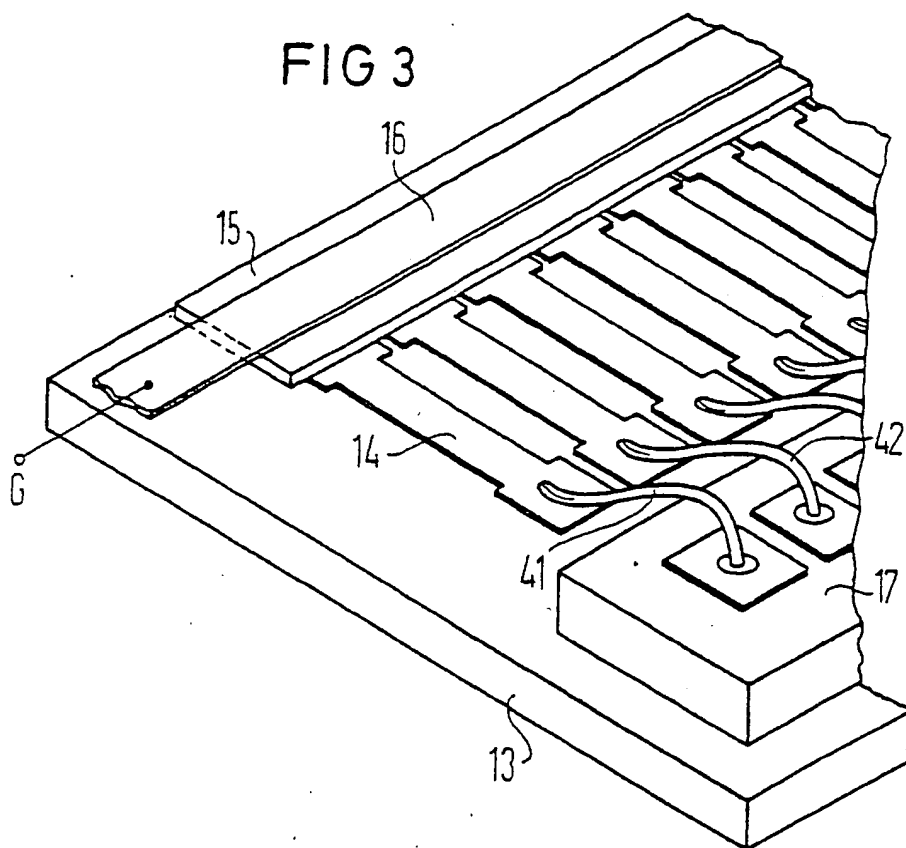


FIG 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 10 0331

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Y	IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS, HYBRIDS AND MANUFACTURING TECHNOLOGY, Band CHMT-7, Nr. 4, Dezember 1984, Seiten 423-428, IEEE, New York, US; K. SUZUKI et al.: "High speed and high resolution contact-type image sensor using an amorphous silicon photodetector array" * Figur 9; Seite 425, rechte Spalte, Zeile 15 - letzte Zeile *	1	H 04 N 1/40 H 01 L 27/14 // H 03 F 3/08 H 04 N 5/335
A	--- * Figuren 2, 11; Seite 426, linke Spalte, Zeile 1 - rechte Spalte, Zeile 7 *	2-6	
Y	US-A-4 011 442 (W.E. ENGELER) * Figur 2; Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 5; Zeile 41 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr. 218 (E-200)[1363], 28. September 1983; & JP-A-58 111 490 (FUJI XEROX) 02.07.1983 * Zusammenfassung; Figur 1 *	2	H 04 N G 01 N H 03 F G 01 J G 06 G H 01 L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenon DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24-04-1987	Prüfer MACHEK, J.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 10 0331

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			Seite 2
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Band 21, "Supplement" 21-1, Nr. 1, 1982, Seiten 245-249, Tokyo, JP; T. HAMANO et al.: "An amorphous Si high speed linear image sensor" * Figur 1; Seite 245, rechte Spalte, Abschnitt 2 *	2-4	
A	US-A-4 190 854 (T.P. REDFERN) * Figur 4; Spalte 1, Zeile 35 - Zeile 64 *	7	
A	DE-B-2 527 625 (SIEMENS) * Figur; Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 4, Zeile 15 *	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24-04-1987	Prüfer MACHEK, J.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.